

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テ-マ-ド* (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z
H 0 4 B 3/06		H 0 4 B 3/06	E

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-529722
 (86) (22) 出願日 平成9年12月30日 (1997.12.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成11年6月29日 (1999.6.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR97/02465
 (87) 国際公開番号 WO98/29996
 (87) 国際公開日 平成10年7月9日 (1998.7.9)
 (31) 優先権主張番号 96/16379
 (32) 優先日 平成8年12月31日 (1996.12.31)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), AU, CA, IL, J P, KR, SG

(71) 出願人 エステーマイクロエレクトロニクス ソシエ
 テ アノニム
 フランス国, 94250 ジェンティリイ, ア
 ベニュー ガリエニ, 7 番地
 (72) 発明者 メストダグ ドニ ジェ.
 フランス国, 38190 ペルネン, シュマン
 デュ バロワ, 473 番地
 (74) 代理人 弁理士 山本 恵一

(54) 【発明の名称】 多重搬送波変調のクリッピング・ノイズをセットアップする方法および装置

(57) 【要約】

本発明は、信号のしきい値に基づいて振幅でクリップすること、および多重搬送波変調における信号の有効スリップの外部で、少なくとも部分的に再分配されたクリッピング・ノイズを、遅延を伴いセットアップされる信号上に再投入することからなる、多重搬送波変調において信号をセットアップする方法に関する。

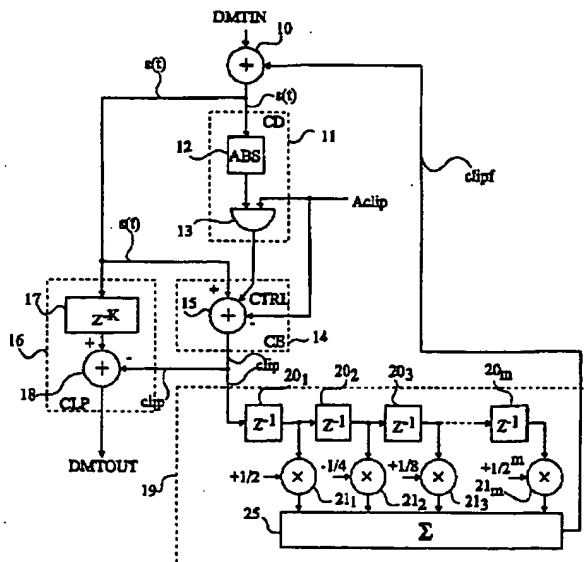


Fig 4

【特許請求の範囲】

1. 多重搬送波変調において信号 ($s(t)$ 、DMT i n) をセットアップする方法であって、

信号をしきい値 (A c l i p) に基づいて振幅内のクリップすること (18)、および

多重搬送波変調における信号の有効スリッ ($f_1 \sim f_2$) の外部で、少なくとも一部分が再分配 (19) されたクリッピング・ノイズ (c l i p) を遅延を伴い、セットアップされる信号上に再投入すること (10) からなることを特徴とする方法。

2. 以前のクリッピングに対応するクリッピング・ノイズ (c l i p f) が多重搬送波変調信号 (DMT i n) 上で再投入される (10) 場合はその後に、セットアップされる信号 ($s(t)$) に対してクリッピング操作 (18) が実行されることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の方法。

3. クリッピング・ステップが、

セットアップされる信号 ($s(t)$) の第1のレプリカにおいて、絶対振幅がしきい値 (A c l i p) より大きいピーク (p) の有無を検出するステップと、

しきい値 (A c l i p) を超えるピーク (p) の部分に対応するクリッピング・ノイズ (c l i p) を抽出するために、セットアップされる信号の第2のレプリカからしきい値を減算する (14) ステップと、

ピークの有無を検出するのに必要な時間に第2のレプリカからクリッピング・ノイズを抽出するのに必要な時間を加えた時間に対応

する時間だけ遅延した、セットアップされる信号からクリッピング・ノイズを減算するステップからなることを特徴とする、請求の範囲第1項または第2項に記載の方法。

4. 再投入ステップが、

線形フィルタ (19) によりクリッピング・ノイズ (c l i p) を再分配するステップと、

再分配されたノイズ (c l i p f) をセットアップされる多重搬送波変調信号

(DMT i n) に追加するステップからなることを特徴とする、請求の範囲第1項から第3項に記載の方法。

5. セットアップされる信号がデジタル信号であることを特徴とする、請求の範囲第1項から第4項に記載の方法。

6. セットアップされる信号がアナログ信号であることを特徴とする、請求の範囲第1項から第4項に記載の方法。

7. セットアップされる信号 ($s(t)$) をしきい値 (A c l i p) に基づいて、クリッピングする手段 (18) と、

多重搬送波変調における信号の有効スリッ ($f_1 \sim f_2$) の外部でクリッピング・ノイズを再分配する手段 (19) と、

再分配されたノイズ (c l i p f) を遅延を伴って多重搬送波変調 (DMT i n) における信号上に再投入する手段 (10) とを含むことを特徴とする、多重搬送波変調において信号 (DMT i n、 $s(t)$) をセットアップする装置。

8. 再分配手段が線形フィルタ (19) であることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載の装置。

9. ピーク (p) 検出器 (11) および生じ得るクリッピング・ノイズ (c l i p) の抽出回路 (14) において、セットアップさ

れる信号 ($s(t)$) をクリッピング (18) 前にこの信号のレプリカの伝搬時間に対応する持続時間だけ遅延させる手段 (17) を含むことを特徴とする、請求の範囲第7項または第8項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

多重搬送波変調のクリッピング・ノイズを

セッティングする方法および装置

本発明は、多重搬送波変調伝送（DMT）の分野、より詳細には、周波数範囲における直交多重方式（COFDM：符号化直交周波数分割多重方式）により符号化された信号の伝送に関する。

多重搬送波変調における直交周波数分割多重化により符号化された信号の伝送は、従来から使用されている技術に関連する多くの応用分野に有利な、比較的新しい技術である。

第1の応用例は、電線通信電話システムに関するものである。非対称デジタル加入者線（ADSL）を介したDMT／COFDM伝送を使用することで、超高速チャンネルが使用可能になり、このチャンネルで音声とデジタルの両方の信号、たとえば圧縮ビデオ信号などが移動できる。例えば、このような伝送の速度は、一方向で10メガビット／秒、他方向で640キロビット／秒である。比較のために示すと、現在使用されている最速モデムの1つである標準V34bisに基づくモデム動作では、両方向で33.6キロビット／秒の速度が認められている。

第2の応用例は、衛星送信機または地上送信機から自動車などの移動システムへのオーディオ・デジタル拡散に関する。たとえばこの例のDMT／COFDM伝送は、約1.7メガビット／秒の速度で情報を伝送することができる。

第3の応用例は、デジタル・テレビジョン信号の地上拡散（DTTB）に関する。この地上拡散では、異なる送信機間の必要重複領域により、現在、有効周波数容量の1／9が失われている。DMT／COFDM伝送を用いると、いずれの送信機でも所与のチャンネルを同じ周波数で伝送することができる。

DMT信号は、互いに独立して変調された n 搬送波の重ね合わせで形成されている。搬送波は、たとえば直交振幅変調（QAM）または周波数シフトキーイング変調（MPSK）によって変調される。

図1に、多重搬送波変調を行う従来の回路例をごく概略的に示す。

データの流れは、直列／並列（S／P）変換器1上に直列に着信する。この変

換器からの出力は回路2に送られ、逆高速フーリエ変換 (IFFT) によってDMT記号が生成される。機能上の点から見て回路2は、いくつかの搬送波 f_1 、 f_2 、 \dots f_n を使用するQAMまたはMPSK変調器で形成され、変調された搬送波を加算器 (Σ) 4 に送出する。この加算器は、送出された搬送波の連続サンプルを重ね合わせて、DMT記号を生成する。一般に、各搬送波はデータ・パケットに関連付けられている。すなわち、データ・ビットを同一サイズのパケットにグループ化することで、データの流れを並列に変調器 (MOD) 3 に送る。たとえば、各搬送波は8-QAM変調で伝送される3ビット・グループに関連付けられ、3データ・ビットの組み合わせで8つの状態が再生可能である。この例では、256の搬送波を使用した場合 ($n=256$)、DMT記号は768ビットを含み、伝送速度は768/Tビット/秒となる。ここでTは、DMT記号の持続時間を表す。

図2に、変調されたすべての搬送波サンプルの重ね合わせに対応するDMT記号の例を示す。

多重搬送波変調では、変調された搬送波のサンプルを加算すると、いくつかの変調された搬送波の位相が同期して重なり合ったときに非常に大きな振幅のピークPがランダムに発生するという問題がある。これらのピークは、回路のアナログ部分、特にデジタル-アナログ (発信側) 変換器とアナログ-デジタル (受信側) 変換器の複雑さおよび実現可能性に重大な結果を及ぼし、従来の方法ではピーク間で約20ボルトに達することがある。

この問題を解決するために、通常、最大振幅が所定の値 A_{clip} を超えないようにデジタルDMT信号がクリップされる。値 A_{clip} は、所定の応用例について発生する可能性のあるピークのしきい値に応じて選択される。実際には、逆高速フーリエ変換の適用によって、振幅分布が図2の右側に示したガウス曲線を描く。したがって値 A_{clip} は、通常、一定のエラー率、すなわち一定の記号のクリップ確率を守るために使用する、アナログ伝送回路およびデジタル-アナログ変換器に応じて選択され、信号損失が最低限に抑えられる。たとえば、非対称デジタル加入者線路に適用されるDMT伝送の場合、規格では確率を 10^{-7}

より低く設定している。

デジタルDMT信号のクリッピングにより、通信システムの性能（信号対ノイズ比）を損なうクリッピング・ノイズが導入される。特に、信号対ノイズ比によって、各搬送波の状態図で2つの受信点の間に与えられるスペースが決定されるので、可能な比率が決定される。信号対ノイズ比がよくなるほど、各搬送波に関連するビット・パケットの長さが長くなり、搬送波のサンプルに含まれるビット

組み合わせ数が多くなる。

この信号対ノイズ比を改善する従来の第1の解決策を、図3に示す。この方法は、IFFT回路2の出力側に、クリップされたDMTの有無を調べる検出器（DETECT）5を配置し、並列器1と回路2との間に挿入された回路（CODE）6が当該データを符号化し直すのを制御するように構成されている。回路6の機能は、送信された記号の受信側が認識している法則に従ってデータの符号化を修正し、第1回の実行時にクリップされたDMT記号を、クリップされていない信号として返信することである。実際に符号化修正を行うと、変調された搬送波の位相が修正され、DMT記号が2つの異なる符号化に対してピークを示す確率がかなり低くなる。

この方法の欠点は、クリップされたDMT記号が符号化後に検出された場合に再伝送できるように伝送されるデータを、並列器1の上流に記憶しておく必要があるということである。この方法のもう1つの欠点は、第1のDMT記号がクリップされた場合に回路が第2のDMT記号を最低1つ伝送し、さらに送信された同一のDMT記号の実行回数を受信側に示す符号を送信する必要があるということである。またこの方法では、次の記号の変調前に第2の変換が発生するような高速のIFFT回路、および／または回路の上流に記号を保存しておくための追加のメモリが必要である。

この第1の解決策については、D. MestdaghおよびP. (Spruyt) の論文「A method to reduce the probability of clipping in DMT-based transceivers」IEEE Transactions on Communi

cations

、1996年10月、第14巻、10号の1234から1238ページに記載されている。

第2の解決策は、最大ピークを発生させることの多いビットの組み合わせに対して、回路2の入力側での修正を行うことである。実際には、すべての組み合わせについて、搬送波の位相が同期した場合に振幅レベルのピークが発生することが確認されている。この方法については、A. E. Johns、T. A. Wilkinson、およびS. K. Barton共著の論文「Block coding scheme for reduction of peak to mean envelope power ratio of multicarrier transmission schemes」、Electronics Letters、1994年12月、第30巻、25号、2098および2099ページと、S. J. Shepherd他の論文「Simple coding scheme to reduce peak factor in QPSK multicarrier modulation」、Electronics Letters、1995年7月、第31巻、14号、1131および1132ページに記載されている。

この第2の解決策が同じDMT記号の2倍伝送を必要としない場合でも、符号化に関連付けられた追加ビットを伝送しなければならない。さらに、この解決策は、追加の符号化を実行するための高速データ処理と、同一の一般伝送力に対するビット当たりのエネルギーの減少を必要とし、これによって情報維持能力に関する通信システムの性能が低下してしまう。さらにまたこの解決策は、搬送波が

MP SK変調されるDMT信号だけに関するものである。

本発明は、従来の解決策の欠点を克服する、多重搬送波変調で伝送される信号の信号対ノイズ比を改善する、新しい解決策を提供することを目的としている。

さらに本発明は、伝送の有効速度を損なわない新しい解決策を提供することを目的としている。

また本発明は、使用される変調のタイプとは無関係な解決策を提供することも目的としている。

これらの目的を達成するために、本発明では多重搬送波変調において信号をセットアップする方法を提供する。この方法は、信号をしきい値に基づいて振幅でクリップすること、および多重搬送波変調において信号の有効スリップの外部で少なくとも一部分が再分配されたクリッピング・ノイズを、遅延を伴い、セットアップされる信号上に再投入することからなる。

本発明の一実施例によれば、多重搬送波変調信号上で以前のクリッピングに対応するクリッピング・ノイズを再投入する場合にその後、セットアップされる信号に対してクリッピング操作を実行する。

本発明の一実施例によれば、クリッピング・ステップは、セットアップされる信号の第1のレプリカにおいて、絶対振幅がしきい値より大きいピークの有無を検出するステップと、しきい値を超えるピークの部分に対応するクリッピング・ノイズを抽出するために、セットアップされる信号の第2のレプリカからしきい値を減算するステップと、ピークの有無を検出するのに必要な時間に第2のレプリカからクリッピング・ノイズを抽出するのに必要な時間を加えた

時間に対応する時間だけ遅延した、セットアップされる信号からクリッピング・ノイズを減算するステップでからなる。

本発明の一実施例によれば、再投入ステップは、線形フィルタによりクリッピング・ノイズを再分配するステップと、再分配されたノイズをセットアップされる多重搬送波変調信号に追加するステップからなる。

本発明の一実施例によれば、セットアップされる信号はデジタル信号である。

本発明の一実施例によれば、セットアップされる信号はアナログ信号である。

さらに本発明は、セットアップされる信号をしきい値に基づいてクリッピングする手段と、多重搬送波変調において信号の有効スリップの外部でクリッピング・ノイズを再分配する手段と、遅延を伴って多重搬送波変調における信号上に再分配されたノイズを再投入する手段とを含む、多重搬送波変調において信号のセットアップする装置を目的としている。

本発明の一実施例によれば、再分配手段は線形フィルタである。

本発明の一実施例によれば、この装置は、セットアップされる信号を、そのクリッピング前に、ピーク検出器およびあり得るクリッピング・ノイズの抽出回路における、この信号のレプリカの伝搬時間に対応する持続時間だけ遅延させる手段が含まれる。

本発明の上記目的、特徴、および利点については、以下に記載する添付の図面に関する特定の実施例の非限定的な説明で詳細に論じる。

前述の図1から図3は、従来の技術および解決すべき課題を示し

ている。

図4は、本発明の実施例に基づく、多重搬送波変調において信号をセットアップする装置の機能図である。

図5から図8は、本発明の実施例に基づく、セットアップ装置の動作を示したものである。

各図において、同一の要素には同一の参照番号が付けてある。各図では、わかりやすいように本発明を理解するのに必要な要素だけが示してあり、その要素について以下に説明する。

本発明の特徴は、DMT記号を修正してクリップされるピークの発生を抑制するというすべての既知の解決策とは逆に、クリップされた記号を伝送することである。

本発明によれば、クリッピング・ノイズは、有効信号スリップの外部でこのノイズのすべてまたは一部を除去し、処理される記号上に再分配されたノイズを再投入するという、特定の方法で再分配される。ノイズの再分配により、この再投入はクリップされたピークに基づく遅延を伴って実行される。クリッピング・ノイズのスペクトル密度が「ホワイト・ガウス」ノイズ密度(AWGN)に対応していることから利点を得られる。これは、クリッピング・ノイズの発生が時間的にランダムでありパルス化されているという事実によるものである。したがって、クリッピング・ノイズのスペクトル密度(フーリエ変換)は定数に対応する。

図4の機能図は、本発明に基づく信号セットアップ装置の一実施例である。こ

の装置は、逆高速フーリエ変換によってDMT記号を生成する、回路(2、図1)の下流に配置される。

多重搬送波変調回路から発信されたデジタルDMT信号は、加算

器10の第1入力(DMTin)に着信し、加算器の第2入力、後述のように本発明の実施によって得られる再分配されたノイズ信号clipを受信する。加算器10の出力は、信号s(t)を送出し、この信号は、信号DMTinに以前からその中に存在したピークのクリッピングに対応するあり得るノイズclipが加えられる信号に対応する。信号s(t)は、振幅検出器(CD)11に送信される。検出器11の機能は、絶対振幅がしきい値Aclipを超えたとき信号s(t)のクリップ要求を検出することである。検出器11には、たとえば信号s(t)のレプリカを受信しこの信号の絶対値を送出する、絶対値回路12が含まれる。回路12の出力は比較器13の第1入力に送信され、この比較器の第2入力、クリップしきい値レベルAclipを受信する。比較器13の出力は、制御信号CTRLを回路14に送出し、信号s(t)からのクリッピング・ノイズを抽出する。回路14は機能的に加算器15を形成しており、この加算器の正の入力が信号s(t)のレプリカを受信し、負の入力は直流信号Aclipを受信する。加算器15は状態信号CTRLによって制御される。回路14は信号s(t)から抽出されたノイズclipを送出する。信号clipは、信号s(t)が絶対振幅でしきい値Aclipよりも大きくなると、必ずパルスを示すパルス信号である。

信号s(t)および信号clipはクリップ回路(CLP)16に送信され、この回路が、回路14が抽出したノイズclipを信号s(t)から減算する。回路16には機能上、振幅しきい値検出回路11およびノイズ抽出回路14での伝搬遅延に対応して信号s(t)を遅延させる役割を果たす遅延要素17(Z^{-k})と、正の

入力で要素17の出力を受信し、負の入力で信号clipを受信する加算器18とが含まれる。加算器18の出力は、本発明に基づくセットアップ装置の出力信

号DMT_{out}を形成する。

回路14からの信号clipは、フィルタ19にも送信される。本発明に基づくこのフィルタの機能は、ノイズclipの宛先を、信号DMT_{in}の有効スリップ外部にある周波数に向け直すことである。フィルタ19は従来型のフィルタであるため、その組成は周知のものである。たとえば、複数の遅延要素(Z^{-1})20を直列に配置し、各要素20がそれぞれ先行する要素の出力を受信するような、完成型インパルス応答デジタル・フィルタ(FIR)が可能である。第1の要素20₁が信号clipを受信する。要素20₁の出力は、係数1/2の第1の乗算器21₁にも送信される。第2の要素20₂の出力も、係数-1/4の第2の乗算器21₂に送信される。第3の要素20₃の出力も、係数+1/8の第3の乗算器21₃に送信される。このようにして、m番目の要素20_mまでの出力が、係数+1/2^mのm番目の乗算器21_mに送信される。乗算器21の出力は加算器(Σ)25の入力に送信され、その出力が、加算器10のいずれかの入力に送信される信号clip_fを送出する。

フィルタ19の転送機能は、応用例に応じて最適化される。特にフィルタは、有効信号のスリップ内にあるクリッピング・ノイズ部分をできる限り多く減少させるか、または有効スリップ内の任意のクリッピング・ノイズを抑制する必要がある。

図4に示すような信号セットアップ装置の動作については、図5から図8に関連付けて後述する。図5A、図6A、図7A、図8A

は、図4に示した回路の信号特性の例を、時間関数として示している。図5B、図6B、図7B、および図8Bはスペクトル密度を示しており、すなわち、それぞれの信号のフーリエ変換が、図5A、図6A、図7A、および図8Aに示されている。

図4に示した装置は、信号DMT_{in}のデジタル・サンプルを処理すると仮定される。ただし図4の回路は、アナログ処理回路の形式で実施できることに留意されたい。

図5Aは、本発明に基づく、装置内の記号DMT_{in}入力の例を示している。

たとえばこの記号は時刻 t_0 に開始し、時刻 t_p にピーク p を示し、その絶対振幅はしきい値 A_{clip} よりも大きい。図5BはDMT記号のスペクトル密度を示している。図5AのDMT記号では、先行記号にピークが存在するため、クリッピング・ノイズが再分配されていないと仮定される。したがって、信号 $s(t)$ は信号 DMT_{in} に対応しており、そのフーリエ変換 $TP[s(t)]$ には、量子化ノイズ以外のノイズは含まれていない。この信号の有効スリップは周波数 f_1 から f_2 の間であると仮定される。

図6Aは、回路14の出力である信号 $clip$ を示している。この信号は、時刻 t_p を基準にして、回路11および14のそれぞれの伝搬時間 τ_{11} と τ_{14} の分だけ遅延した、時刻 t_i にパルス I を示す。スペクトル・ノイズ密度 ($TF(clip)$)、図6B)は、信号 $s(t)$ から抽出されたノイズ I のパルス値の再現性が非常に低いために、周波数全域で一定である。

信号 $clip$ のフィルタ19で実行される処理は、信号 $clip_f$ を示した図7Aで図示されている。フィルタリングは、減衰信号の形式で一定間隔の再分配パルス I からなり、これによってスペク

トル密度 ($TF(clip_f)$)、図7B)が高周波数方向へシフトされる。たとえば、周波数 f_2 よりも高い周波数 f_3 から開始される。

したがって、ピーク p を基準にしてクリップおよび送信されたノイズ $clip_f$ が、遅延を伴って信号 $s(t)$ に再投入される (図8A)。その結果、周波数の点から見ると (図8B)、ほとんどのノイズが有効信号スリップの外にあることがわかる。したがって、出力 DMT_{out} の信号対ノイズ比 (S/B) が、著しく改善される。

本発明により入力された全体ノイズが、元のクリッピング・ノイズよりも局所的に大きな振幅を示した場合でも、有効信号スリップの外にあるので妨げにはならないことに留意されたい。

また、フィルタ19の組成および有効周波数スリップに基づいて、ノイズを高周波数方向および/または低周波数方向の有効信号スリップ外へ再分配できることにも留意されたい。

本発明の利点は、振幅の大きなピークが存在するDMT記号の符号化および位相に影響を与えることなく、DMT信号のクリッピング・ノイズの問題を解決できることである。したがって、本発明では、すべてのDMT記号を同様に復号するレセプタと基準信号との通信は必要ない。さらに、本発明では、DMT記号を再伝送してクリップする必要もない。

応用例、特に希望の信号対ノイズ比に基づき、同様に必須エラー率に結びつけられた信号対ノイズ比に関して同一の性能を維持することで、しきい値A c l i pを低くすることができる。これにより、伝送システムのアナログ部分がかなり単純化される。

同じしきい値A c l i pを維持することも可能である。この場合は、本発明に基づくノイズ・セットアップ回路の信号処理性能が大幅に改善される。受信側で変調された搬送波の復号が、ノイズによって汚染されることが少なくなる。したがって、本発明では、各搬送波の振幅／位相図における、理想の受信点と実際の受信点との間隔が短縮される。これにより、戻された信号の品質が改善されるか、所与の搬送波の同じ振幅／位相図にある受信点の数が増加し、システムの能力（速度）が向上する。

もちろん、本発明には様々な代替例、修正例、および改善例があり、当業者であれば容易に思いつくであろう。特に、図4から図8に関して述べたような本発明に基づく信号セットアップ装置の実施は、アナログ形式であれデジタル形式であれ当業者なら実施できるものである。

【図1】

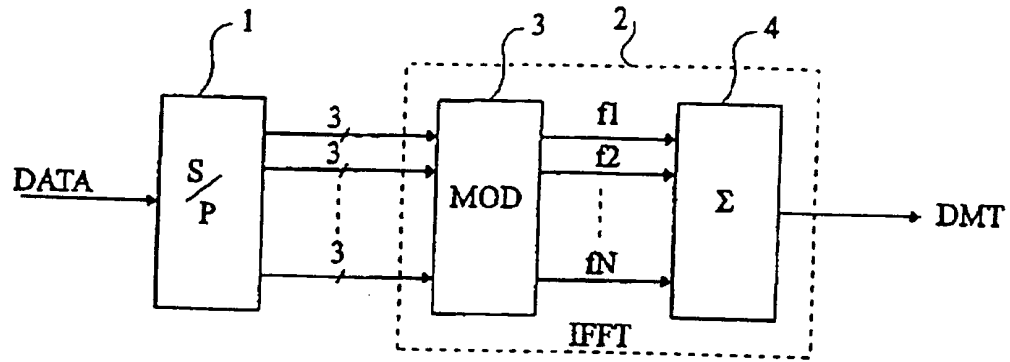


Fig 1

【図2】

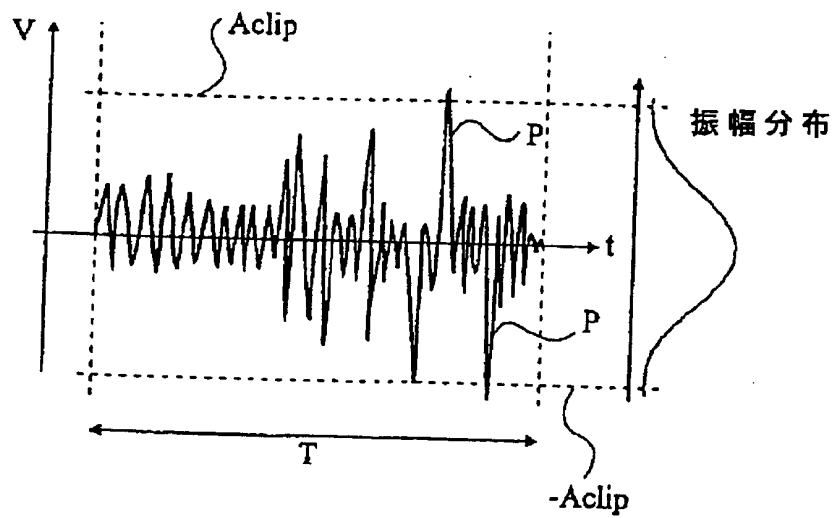


Fig 2

【図3】

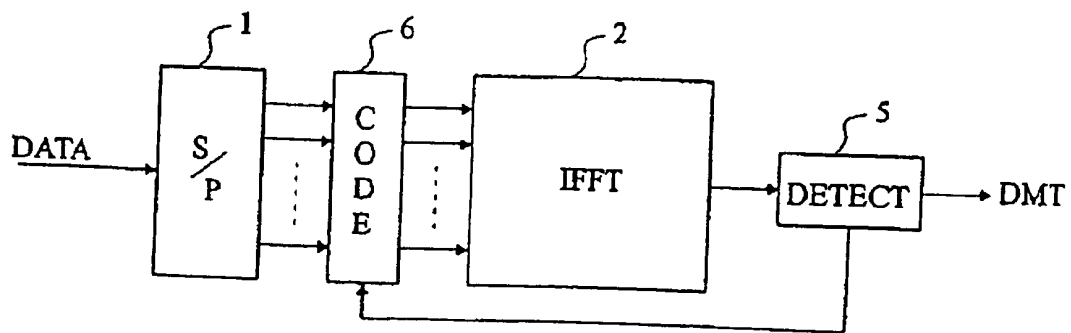


Fig 3

【図4】

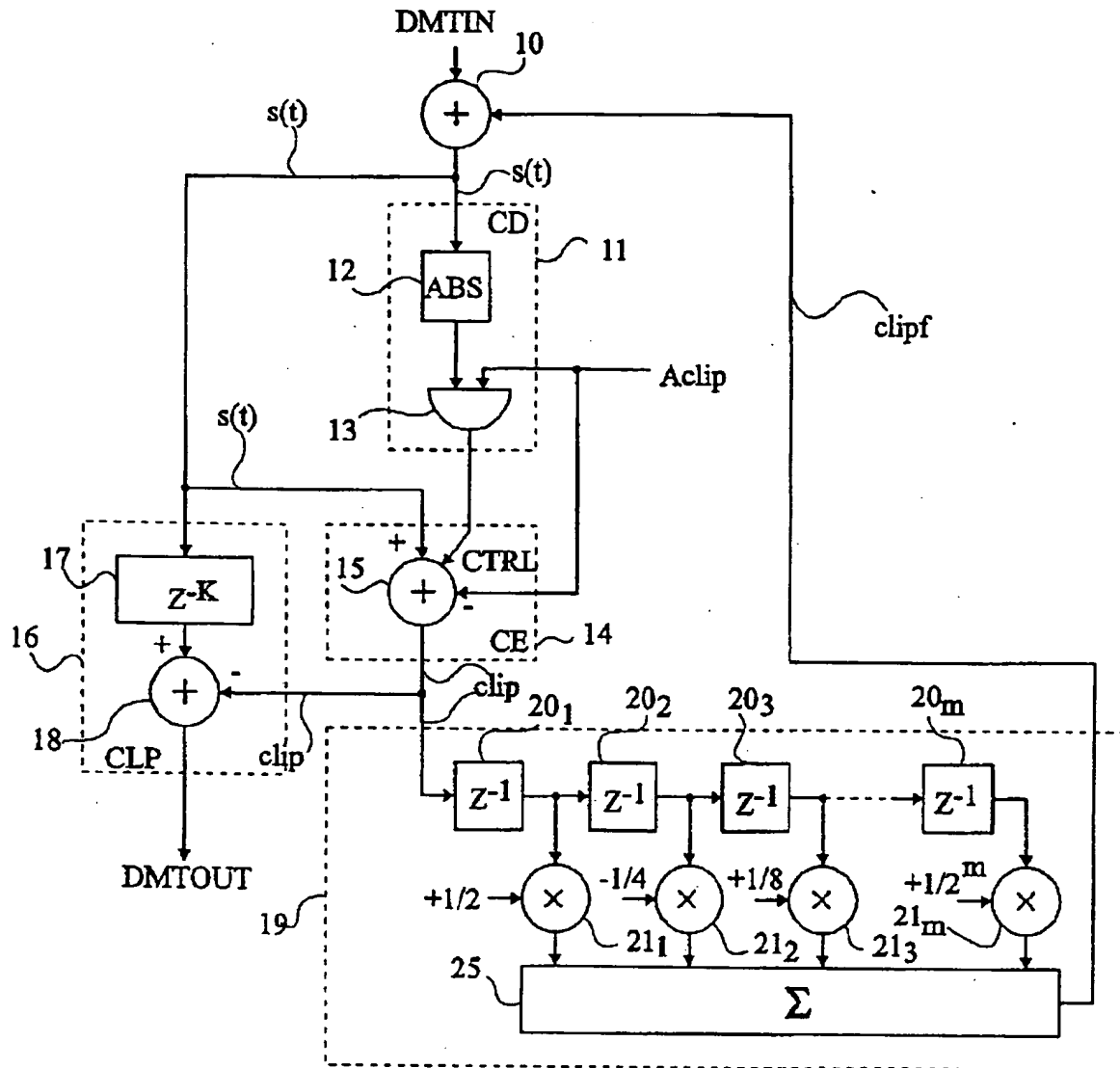
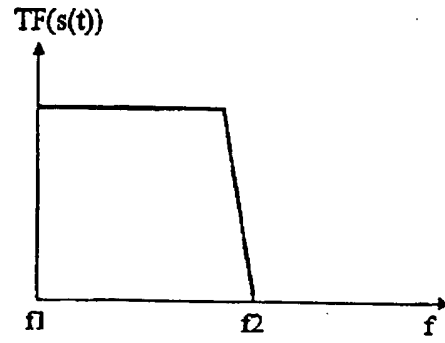
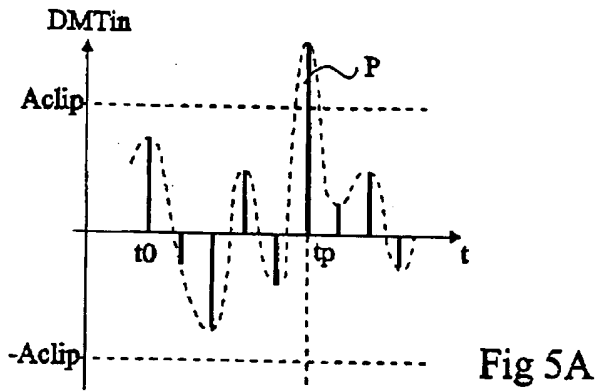
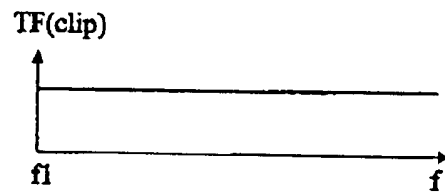
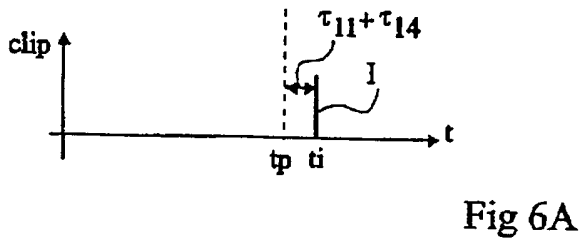


Fig 4

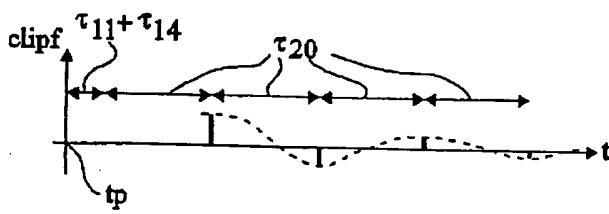
【図5】



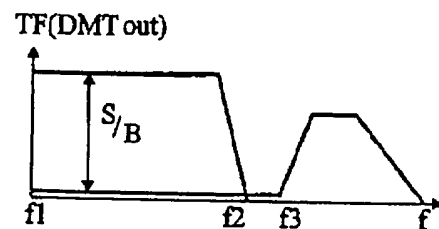
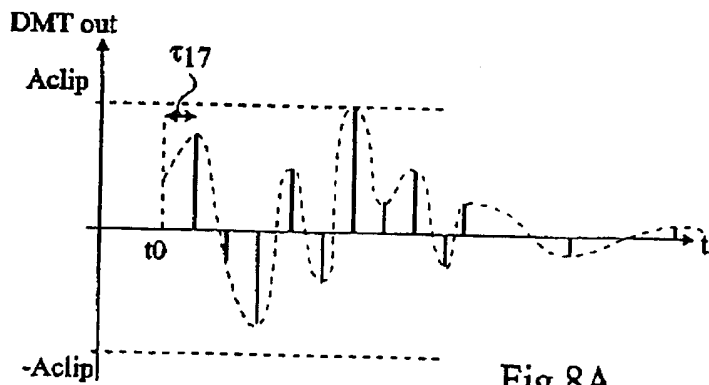
【図6】



【図7】



【図8】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 97/02465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04L27/26				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04L				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and where practical, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	MESTDAGH D J G ET AL: "ANALYSIS OF CLIPPING EFFECT IN DMT-BASED ADSL SYSTEMS" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS. SUPERCOMM, vol. 1, 1 May 1994, pages 293-300, XP000515605 see page 293, left-hand column, paragraph 1 see page 293, last line, paragraph 5 see page 293, right-hand column, paragraph 3 see page 297, right-hand column, paragraph 4 - page 298, right-hand column, paragraph 2 --- -/-	1,7		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report		
29 April 1998		14/05/1998		
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3018		Authorized officer Goulding, C		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. 1st Application No.

PCT/FR 97/02465

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>O'NEILL R ET AL: "PERFORMANCE OF AMPLITUDE LIMITED MULTITONE SIGNALS" PROCEEDINGS OF THE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, STOCKHOLM, JUNE 8 - 10, 1994, vol. 3, 8 June 1994, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 1675-1679, XP000497707 see page 1675, left-hand column, paragraph 1 see page 1679, left-hand column, paragraph 2</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1,7
A	<p style="text-align: center;">---</p> <p>WULICH: "Peak Factor In Orthogonal Multicarrier Modulation With Variable Levels" ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 20, 26 September 1996, pages 1859-1861, XP002042110 see page 1859, right-hand column, paragraph 1 - page 1860, left-hand column, paragraph 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)